

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-271589

[ST.10/C]:

[JP2002-271589]

出 願 人

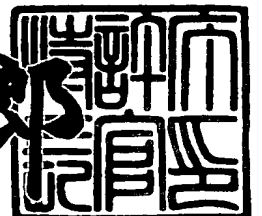
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3038710

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP022234

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302
H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 布瀬 暁志

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に A r F フォトリソ層を有する被処理体に対して、C と F とを有する物質と C O とを含むガスのプラズマを照射することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う開口パターンが形成された A r F フォトリソ層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に C と F とを有する物質と C O とを含む処理ガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマを前記 A r F フォトリソ層に照射する工程と、

前記処理容器にエッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記エッチング対象部をエッチングする工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 3】 前記処理ガスと前記エッチングガスは同じガスであることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 4】 前記エッチング対象部は反射防止層であることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 5】 エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成された A r F フォトリソ層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に C と F とを有する物質と C O とを含む第 1 エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする第 1 エッチング工程と、

前記処理容器に第 2 エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記エッチング対象部をエッチングする第 2 エッチング工程と、

を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 6】 前記エッチング対象部は S i O ₂ 層であることを特徴とする

請求項 5 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 7】 前記第 2 エッチングガスは C_5F_8 を含むガスであることを特徴とする請求項 6 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 8】 前記第 2 エッチングガスは C_4F_6 を含むガスであることを特徴とする請求項 6 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 9】 前記 C と F とを有する物質は CF_4 であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 10】 エッチング対象部と、エッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、

前記処理容器に CF_4 と CO とを含む第 1 エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする第 1 エッチング工程と、

前記処理容器に第 2 エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記エッチング対象部をエッチングする第 2 エッチング工程と、

を備えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 11】 前記エッチング対象部は SiO_2 層であり、前記第 2 エッチングガスにはフルオロカーボンが含まれることを特徴とする請求項 10 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 12】 前記フルオロカーボンは C_4F_6 であることを特徴とする請求項 11 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 13】 前記フルオロカーボンは C_5F_8 であることを特徴とする請求項 11 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 14】 前記マスク層は ArF フォトリソレジスト層であることを特徴とする請求項 10 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造工程でなされるプラズマエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、被処理体中のエッチング対象部のレジスト材として、K r F フォトレジスト、すなわち、K r F ガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストが用いられていたが、近年の微細加工の要求に対応して、使用されるフォトレジストもK r F フォトレジストに代わって、A r F フォトレジスト、すなわち、A r F ガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストに移行されつつある。A r F フォトレジストは、一般に約0.13 μ m以下のパターン開口を形成する際に使用される。

【0003】

しかしながら、A r F フォトレジストは耐プラズマ性が低いため、エッチング途中でフォトレジストの表面が荒れてしまうという問題がある。この表面荒れは、K r F フォトレジストではほとんど発生しなかった。このようにフォトレジストの表面が荒れてしまうことで、エッチングの進行とともに、パターンの開口部の形状が変化して、所望の開口形状のエッチングホールが形成できなくなってしまうという不都合が生じていた。また、エッチング途中で、フォトレジストがなくなる箇所ができ、本来エッチングしたくない箇所もエッチングされてしまうという不都合も生じていた。

【0004】

フォトレジストの耐プラズマ性を向上させる方法としては、フォトレジスト表面に紫外線、電子線やイオンビームを照射する方法（特許文献1～3）、フォトレジストを加熱硬化する方法（特許文献4）やフォトレジスト表面に薄い硬化層をコーティングする方法（特許文献5）がある。

【0005】

また、エッチング対象部を直接フォトレジストマスク層で覆うと、その後のフォトレジストマスク層を露光・現像して開口パターンを形成する工程で、開口パターンの設計寸法精度が落ちてしまう。このため、エッチング対象部とフォトレ

ジストマスク層の間に反射防止層を挿入している。

【0 0 0 6】

この反射防止層を、CとFとを有する物質を含むがCOを含まないガス、例えば、 C_4F_8 と O_2 の混合ガス、HBrと CF_4 とHeの混合ガス、 CH_2F_2 と CF_4 とHeの混合ガスのプラズマでエッチングする技術が知られている（特許文献6）。

【0 0 0 7】

【特許文献1】

特開昭60-110124号公報

【特許文献2】

特開平2-252233号公報

【特許文献3】

特開昭57-157523号公報

【特許文献4】

特開平4-23425号公報

【特許文献5】

特開平2-40914号公報

【特許文献6】

特開平10-261627号公報

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記フォトレジスト層の耐プラズマを向上させる方法では、一般的にその後のエッチング工程で使用する容器とは別の容器内で耐プラズマ性の向上処理を行わなければならない。フォトレジスト層の耐プラズマ性の向上処理を行う容器からエッチング容器へ被処理体を搬送することは、搬送工程での歩留まりの低下や搬送時間によるスループットの低下を招く。また、耐プラズマ性の向上処理を行う容器をエッチング容器と別に設けることは、余分なスペースが必要であるばかりでなくコストアップを招く。また、耐プラズマ性の向上処理を行う容器をエッチング容器と別に設けず、エッチング容器に紫外線照射手段や加熱手段を

付加することも不可能ではないが、紫外線照射手段や加熱手段が必要であることには変わりなく、やはりコストアップを招いてしまう。

【 0 0 0 9 】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、A r F フォトレジスト層の耐エッチング性を向上させることができるプラズマ処理方法を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための第 1 の発明は、表面に A r F フォトレジスト層を有する被処理体に対して、C と F とを有する物質と C O とを含むガスのプラズマを照射することを特徴とするプラズマ処理方法である。この処理によって、A r F フォトレジスト層の耐プラズマ性が向上する。その詳細なメカニズムは必ずしも明確ではないが、C と F とを有する物質と C O とを含むガスのプラズマによって炭素間結合を有する保護膜が A r F フォトレジスト層表面に形成されるためと考えられる。

【 0 0 1 1 】

なお、A r F フォトレジストとは、前述のように A r F ガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトレジストをいう。

【 0 0 1 2 】

第 2 の発明は、エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う開口パターンが形成された A r F フォトレジスト層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器に C と F とを有する物質と C O とを含む処理ガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマを前記 A r F フォトレジスト層に照射する工程と、前記処理容器にエッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記エッチング対象部をエッチングする工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法である。ここで処理ガスとエッチングガスが同じガスであれば、A r F フォトレジスト層の耐プラズマ性を向上させながらエッチング対象部をエッチングできるので処理時間を短縮することができ

る。本発明は、エッチング対象部が反射防止層である場合にも適用することができる。

【0013】

第3の発明は、エッチング対象部と、このエッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたArFフォトリソ層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器にCとFとを有する物質とCOとを含む第1エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、前記処理容器に第2エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記エッチング対象部をエッチングする第2エッチング工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法である。エッチング対象部がSiO₂層である場合には、エッチングガスはC₅F₈を含むガスやC₄F₆を含むガスであることが好ましい。エッチング対象部のArFフォトリソ層に対する選択比（エッチング対象部のエッチングレート／ArFフォトリソ層のエッチングレート）が高くなるからである。

【0014】

第1から第3の発明において、CとFとを有する物質はCF₄であることが好ましい。ArFフォトリソ層に与えるダメージが少ないからである。

【0015】

第4の発明は、エッチング対象部と、エッチング対象部を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を処理容器内に配置する工程と、前記処理容器にCF₄とCOとを含む第1エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、前記処理容器に第2エッチングガスを導入してプラズマ化し、そのプラズマにより前記開口パターンを介して前記エッチング対象部をエッチングする第2エッチング工程と、を備えることを特徴とするプラズマ処理方法である。エッチング対象部がSiO₂層の場合には、第2エッチングガスにフルオロカーボンが含まれることが好ましい。フルオロカーボンはC₄F₆やC₅F₈であることが好ましい。また、マスク層

が A r F フォトレジスト層である場合には、耐プラズマ性の向上効果が顕著である。

【 0 0 1 6 】

【 発明の実施の形態 】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は、本発明が実施されるプラズマエッチング装置 1 を示す断面図である。処理容器 2 は金属、例えば、表面が酸化処理されたアルミニウムにより形成されていて、保安接地されている。処理容器 2 内の底部には絶縁体 3 を介して、平行平板電極の下部電極として機能するサセプタ 5 が設けられている。このサセプタ 5 には、ハイパスフィルタ (H P F) 6 が接続されている。サセプタ 5 の上には静電チャック 1 1 が設けられ、その上には半導体ウエハ等の被処理体 W が載置される。静電チャック 1 1 は、絶縁体間に電極 1 2 が介在された構成をしており、電極 1 2 に接続された直流電源 1 3 を印加することにより、クーロン力で被処理体 W を静電吸着する。そして、被処理体 W を囲むようにフォーカスリング 1 5 が配置されている。このフォーカスリング 1 5 は S i や S i O₂ 等からなり、エッチングの均一性を向上させる。

【 0 0 1 7 】

また、サセプタ 5 の上方には、サセプタ 5 と対向して上部電極 2 1 が設けられている。この上部電極 2 1 は、絶縁体 2 2 を介して処理容器 2 の上部に支持されていて、シャワーヘッド状の電極板 2 4 と、この電極板 2 4 を支持する支持体 2 5 とから構成される。

【 0 0 1 8 】

支持体 2 5 の中央にはガス導入口 2 6 が設けられ、このガス導入口 2 6 には、順に、ガス供給管 2 7、バルブ 2 8、マスフローコントローラ 2 9、処理ガス供給源 3 0 が接続されている。この処理ガス供給源 3 0 からは、C と F とを有する物質、例えば C F₄ と、C O とを含む反射防止膜用のエッチングガスと、エッチング対象をエッチングするためのエッチングガス、例えば、C₅F₈ や C₄F₆ 等のフルオロカーボン、O₂、A r 等が供給される。

【 0 0 1 9 】

一方、処理容器 2 の底部には排気管 3 1 が接続されており、この排気管 3 1 には排気装置 3 5 が接続されている。また、処理容器 2 の側壁にはゲートバルブ 3 2 が設けられており、ゲートバルブ 3 2 を開にした状態で、隣接するロードロック室（図示せず）との間で被処理体 W が搬送されるようになっている。

【 0 0 2 0 】

上部電極 2 1 には、ローパスフィルタ (L P F) 4 2 と、整合器 4 1 を介してプラズマ生成用の第 1 の高周波電源 4 0 とがそれぞれ接続されている。下部電極であるサセプタ 5 には、整合器 5 1 を介してイオン引き込み用の第 2 の高周波電源 5 0 が接続されている。

【 0 0 2 1 】

次に、上記のプラズマエッチング装置 1 を用いて、図 2 のような $S i O_2$ 層 6 1 とこれを覆う反射防止層 6 3 とさらにこれを覆う A r F フォトリソ層 6 5 とを有する被処理体 W において、A r F フォトリソ層 6 5 の開口パターンを介して反射防止層 6 3 をエッチングする第 1 エッチング工程と、この工程の後の $S i O_2$ 層 6 1 をエッチングする第 2 エッチング工程について説明する。

【 0 0 2 2 】

ゲートバルブ 3 2 を開放して、被処理体 W を処理容器 2 内に搬入し、静電チャック 1 1 上に配置する。次いで、ゲートバルブ 3 2 を閉じ、排気装置 3 5 によって処理容器 2 内を減圧した後、バルブ 2 8 を開放し、処理ガス供給源 3 0 から C と F とを有する物質と C O とを含む第 1 エッチングガス、例えば $C F_4$ と C O の混合ガスを供給し、処理容器 2 内の圧力を所定の値、例えば 1 3 . 3 P a (1 0 0 m T o r r) とする。この状態で、上部電極 2 1 と下部電極であるサセプタ 5 に高周波電源を印加し、第 1 エッチングガスをプラズマ化して被処理体 W 中の反射防止層 6 3 をエッチングする（図 2 (a) ）。一方、上下電極に高周波電源を印加するタイミングの前後に、直流電源 1 3 を静電チャック 1 1 内の電極 1 2 に印加して、被処理体 W を静電チャック 1 1 上に静電吸着する。反射防止層 6 3 のエッチングが終了したら第 1 エッチングガスおよび高周波電力の供給を停止する。

【 0 0 2 3 】

次いで、処理容器 2 内に第 2 エッチングガス、例えば C_5F_8 、 C_4F_6 のようなフルオロカーボンを含むガス、具体的には C_5F_8 または C_4F_6 と O_2 と Ar の混合ガスを供給し、処理容器 2 内の圧力を第 2 エッチングの所定の値、例えば 2.00 Pa (15 mTorr) に調整する。上部電極 21 と下部電極であるサセプタ 5 に高周波電源を印加し、第 2 エッチングガスをプラズマ化して被処理体 W 中の SiO_2 層 61 をエッチングする (図 2 (b))。エッチング中に、所定の発光強度を終点検出器 (図示せず) によって検出し、これに基づいてエッチングを終了する。

【0024】

ArF フォトリソレジストとしては、脂環族含有アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂、シクロオレフィン-無水マレイン酸樹脂を使用することができる。

【0025】

なお、エッチング対象部は、上記のような SiO_2 層に限るものではなく、TEOS、BPSG、PSG、SOG、熱酸化膜、HTO、FSG、有機系酸化シリコン膜、CORAL (ノベラス社) 等の酸化膜 (酸素化合物) や低誘電体有機絶縁膜等のエッチングに適用可能である。また、適用されるプラズマエッチング装置の構成も図 1 のものに限るものではない。

【0026】

【実施例】

被処理体として図 2 のものを用いた。実施例の第 1 エッチング条件は以下のとおりとした。すなわち、処理容器 2 内の圧力を 6.66 Pa (50 mTorr) または 13.3 Pa (100 mTorr) とし、第 1 エッチングガスの流量を CF_4 : 75、100 または 200 mL/min (sccm)、 CO : 25、100 または 200 mL/min (sccm) とし、上部電極には 60 MHz の周波数の高周波電源から 1000、1500 または 2000 W の高周波電力を印加し、下部電極には 2 MHz の周波数の高周波電源から 100 W の高周波電力を印加した。

【0027】

比較例の第 1 エッチング条件は以下のとおりとした。すなわち、容器内圧力を

6. 66 Pa (50 mTorr) とし、第1エッチングガスとして CF_4 のみを 100 mL/min (sccm) の流量で添加し (CO は添加せず)、高周波電源の周波数、印加電力は実施例と同じとした。

【0028】

実施例および比較例の第2エッチング条件は以下のとおりとした。すなわち、処理容器内圧力を 2.00 Pa (15 mTorr) とし、第2エッチングガスの C_5F_8 、 O_2 、Ar の流量をそれぞれ 15、19、380 mL/min (sccm) とし、上部電極には 60 MHz の周波数の高周波電源から 2170 W の高周波電力を印加し、下部電極には 2 MHz の周波数の高周波電源から 1550 W の高周波電力を印加した。

【0029】

以上のような条件で第1エッチングおよび第2エッチングを行った結果、第2エッチング工程での SiO_2 層の ArF フォトリソ層に対する選択比 (SiO_2 層のエッチングレート / ArF フォトリソ層のエッチングレート) は、実施例が比較例を大きく上回った。例えば、実施例の第1エッチング条件が、圧力: 13.3 Pa (100 mTorr)、 CF_4 流量: 75 mL/min (sccm)、CO 流量: 25 mL/min (sccm)、上部電極印加電力: 1000 W のときの上記選択比は 9.7 であり、比較例の上記選択比は 6.3 であった。

【0030】

また、第2エッチング工程の C_5F_8 に代えて C_4F_6 を使用したときにも、上記選択比は実施例 (第1エッチングガスが CF_4 と CO) が比較例 (第1エッチングガスが CF_4 のみ) を上回った。

【0031】

なお、C と F とを有する物質と CO とを含むガスのプラズマによって炭素間結合を有する保護膜が ArF フォトリソ層表面に形成されと考えられるため、単に ArF フォトリソ層表面に C と F とを有する物質と CO とを含むガスのプラズマを照射するだけで ArF フォトリソ層の耐プラズマ性を向上させることができる。

【 0 0 3 2 】

また、本発明は、A r Fフォトレジスト層の場合ほど耐プラズマ性の向上効果はないものの、A r Fフォトレジスト層以外のマスク層にも適用することができる。

【 0 0 3 3 】

さらに、第2エッチングガスとしてはC₅F₈やC₄F₆を含むガスに限らず、フロロカーボン、ハイドロフロロカーボン等の他のフッ素含有化合物を含むガスも使用することができる。

【 0 0 3 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、A r Fフォトレジスト層表面にCとFとを有する物質とCOとを含むガスのプラズマを照射することで、歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、A r Fフォトレジスト層の耐エッチング性を向上させることができ、その結果、後のエッチング工程においてエッチング対象物の対レジスト層選択比を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施に用いられるプラズマエッチング装置の概略断面図。

【図 2】

被処理体のエッチング対象部を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

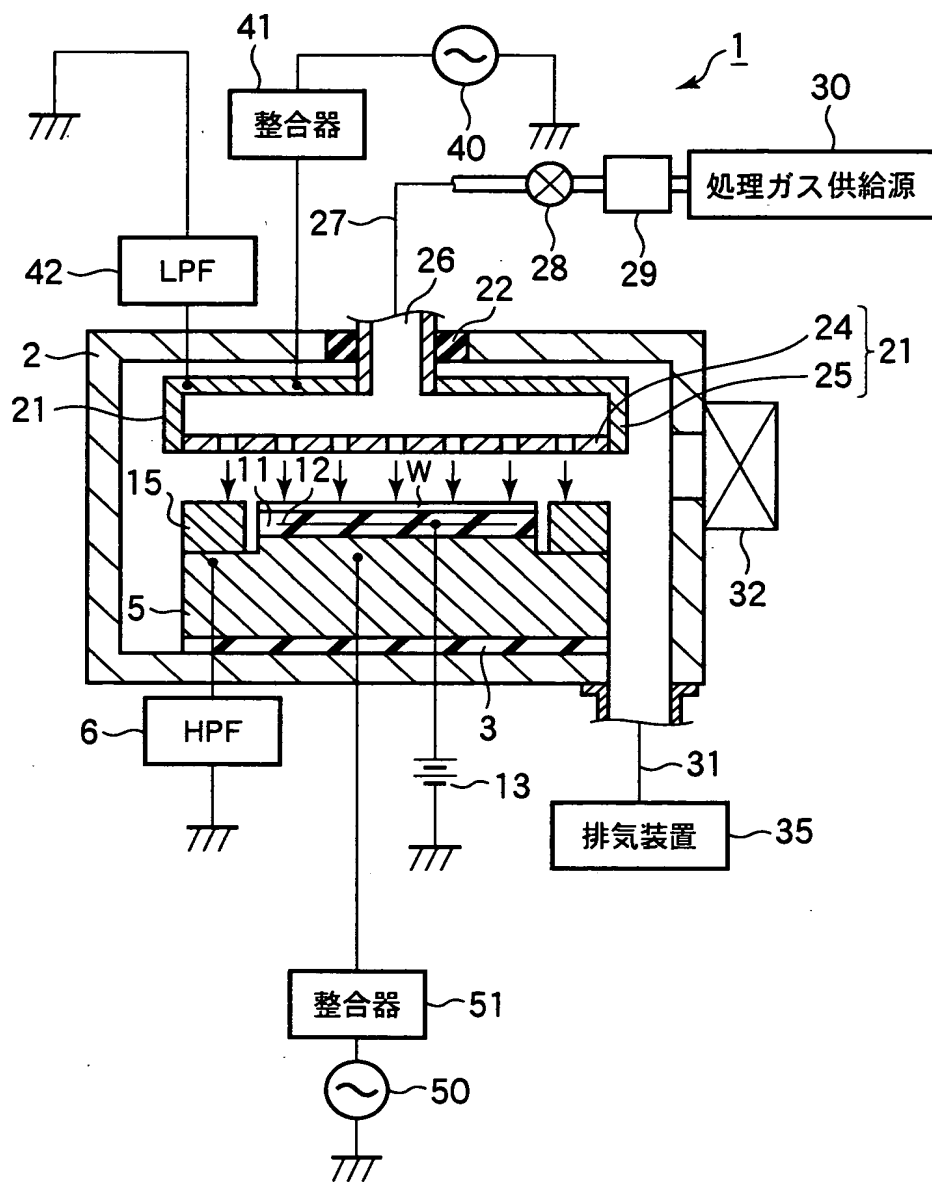
- 1 ; プラズマエッチング装置
- 5 ; サセプタ
- 2 1 ; 上部電極
- 3 0 ; 処理ガス供給源
- 4 0 , 5 0 ; 高周波電源
- 6 1 ; SiO₂膜
- 6 3 ; 反射防止膜

6 5 ; A r F フォトレジスト層

W ; 被処理体

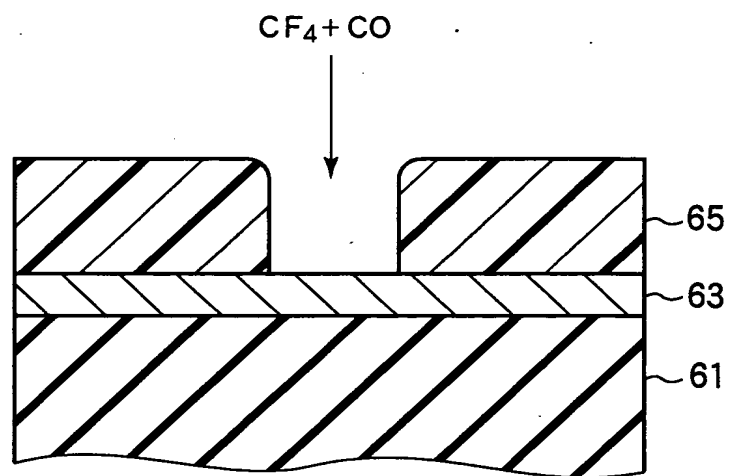
【書類名】 図面

【図 1】

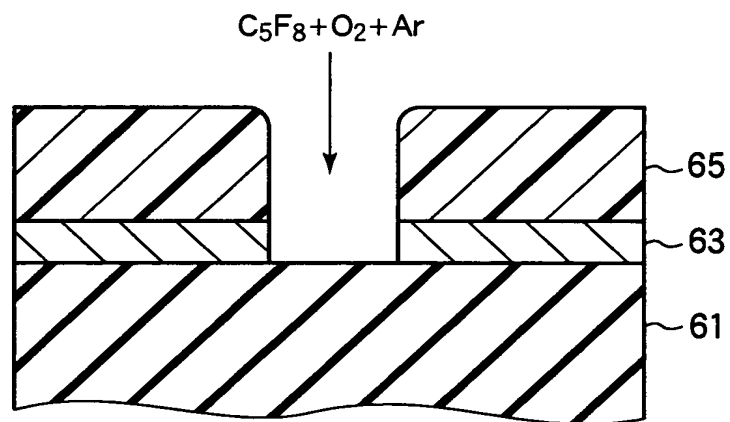


【図 2】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歩留まりの低下やスループットの低下をもたらさずに、かつコストアップを招くことなく、A r F フォトリソグレイ層の耐エッチング性を向上させることができるプラズマ処理方法を提供すること。

【解決手段】 SiO_2 層 6 1 と、これを覆う反射防止層 6 3 と、さらにこれを覆う開口パターンが形成された A r F フォトリソグレイ層 6 5 とを有する被処理体 W に対して、C と F とを有する物質（例えば CF_4 ）と CO とを含む第 1 エッチングガスのプラズマで反射防止層 6 3 をエッチングし、次いで、例えば C_5F_8 等を含む第 2 エッチングガスのプラズマで SiO_2 層 6 1 をエッチングする。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-271589
受付番号	50201395804
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 9月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月18日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社